

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020060271 A  
(43)Date of publication of application: 18.07.2002

(21)Application number: 1020000015128  
(22)Date of filing: 24.03.2000  
(51)Int. Cl. G06K 9/00

(71)Applicant: KIM, WHOI YUL  
(72)Inventor: KIM, WHOI YUL

(54) METHOD FOR DETECTING PUPILS OF EYES IN REAL TIME FOR RECOGNIZING IRIS

(57) Abstract:

PURPOSE: A method for detecting pupils of eyes is provided to perform an accurate iris recognition which is insensitive to an influence of an illumination for reflecting an eyeball image for realizing an iris detection having an enhanced calculating amount and velocity.

CONSTITUTION: In an iris recognizing system including an illumination, a video camera for obtaining an eyeball image of a human body, and a PC having a frame grabber, a basic point is searched firstly by an eyeball image reduced as a predetermined rate for decreasing a calculating amount of a photographed actual eyeball image(S1). A basic point in an eye pupil is detected from the reduced eyeball image (S2), and boundary reserved areas between an iris and an eye pupil of the reduced eyeball image is decided(S3). A radius and a center of a circle most near to a boundary reserved area are calculated using more than three boundary reserved points distanced most out of the boundary reserved areas, a position and a size of an eye pupil are decided, and an eye pupil area is detected(S4).

COPYRIGHT KIPO 2003

Legal Status

Date of final disposal of an application (20030529)

Patent registration number (1003977500000)

Date of registration (20030829)

Number of opposition against the grant of a patent ( )

Date of opposition against the grant of a patent ( )

Number of trial against decision to refuse ( )

Date of requesting trial against decision to refuse ( )

Date of extinction of right ( )

# (19)대한민국특허청(KR)

## (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G06K 9/00

(45) 공고일자 2003년09월13일  
(11) 등록번호 10-0397750  
(24) 등록일자 2003년08월29일

(21) 출원번호	10-2000-0015128	(65) 공개번호	특2002-0060271
(22) 출원일자	2000년03월24일	(43) 공개일자	2002년07월18일

(73) 특허권자 김희율  
서울 성동구 행당1동 한양대학교 공과대학 전자전기공학부

(72) 발명자 김희율  
서울 성동구 행당1동 한양대학교 공과대학 전자전기공학부

장재영  
서울특별시 강남구 압구정동 한양A 26-502

추현곤  
부산광역시 금정구 금사동 201-10

(74) 대리인 임재룡

심사관 : 전일용

### (54) 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법

#### 요약

본 발명은 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법에 관한 것이다. 조명(1), 인체의 안구영상을 획득을 위한 비디오 카메라(2), 프레임 그래버가 설치된 신호처리기(3)를 구비하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법에 있어서: 촬영된 실제 안구영상을 연산량을 줄이기 위해 소정의 비율로 축소된 안구 영상으로 기준점을 1차 검색하는 단계(S1); 상기 축소된 안구 영상으로부터 동공내 기준점을 검출하고(S2), 축소된 안구 영상의 홍채와 동공 사이의 경계 후보지점을 결정하는 단계(S3); 및 홍채와 동공의 경계 후보지점중 가장 멀리 떨어진 세가지 이상의 경계 후보점을 이용하여 경계 후보지에 가장 가까운 원의 반지름과 중심의 좌표를 구하여 동공의 위치와 크기를 결정하여 동공 영역을 검출하는(S4) 단계로 구성된다. 따라서, 개인 식별을 위해 사용되는 홍채 인식을 위하여 카메라로부터 촬영된 디지털 안구 영상으로부터 축소된 안구영상을 추출하여 기준점과 홍채와 동공의 경계 후보점을 이용한 검출을 통한 홍채 동공 검출 속도의 향상하고, 정확도를 향상시킬 수 있다.

#### 대표도

#### 도 1

#### 색인어

홍채 인식, 실시간, 동공 검출

#### 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법을 설명한 흐름도.

도 2는 조명 영향하에서 인체의 안구영상을 카메라로 비추어 컴퓨터의 홍채 인식 소프트웨어로 연결되는 시스템 구성도.

도 3은 촬영된 안구영상으로부터 동공을 찾기 위해 기준점 검출을 위한 가우시안 템플릿의 2차원 및 3차원 표현.

도 4는 가우시안 템플릿을 이용한 기준점에 대한 검색 결과인 안구 영상.

도 5는 기준점으로부터 동공경계 후보지를 구하는 방향을 나타낸 도면.

도 6은 조명의 영향하의 안구 영상의 동공 검출 결과를 나타낸 도면.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호 설명 \*

1 : 조명 2 : 비디오 카메라

3 : 프레임 그래버가 설치된 PC

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 홍채 인식에 관한 것으로서, 특히 사람의 인체 부위에서 안정적이며 속도가 빠른 개인 식별성을 가지는 홍채인식을 위하여 사람의 안구영상에서 홍채와 동공의 경계 지점으로부터 동공을 검출하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법에 관한 것이다.

최근, 지문 인식이나 홍채 인식 등 안정적이면서 속도가 빠른 개인 식별 방법에 대한 관심이 높아지고 있으며, 높은 신뢰도를 갖는 개인 식별 시스템은 출입제한 구역의 보안이나, 신용카드의 보안 등에 있어서 필수적인 산업적 응용이라 할 수 있으며 다방면에 있어서 사용될 수 있다.

사람의 인체 부위 중에서 높은 개별성을 지니는 부분 중 하나가 홍채이다. 홍채의 확실적인 특징은 상당한 자유도를 지니면서도 개인을 식별하기 위한 충분한 고유성을 지니고 있다. 홍채 내부의 무늬에서 추출된 특성에 확실적인 독립성을 이용하여 개개인을 식별할 수 있다. 동공 검출은 홍채 인식에 있어서 선행되어야 하는 과정으로, 실시간 홍채 인식을 위해 빠른 동공의 검출은 필수적이다.

일반적으로, 기존 홍채 인식 시스템의 Daugman이 제안한 기존의 동공 검출 방법은 영상의 모든 위치에서의 원형 프로젝션(circular projection)을 구한 후, 프로젝션(projection)에 대한 미분치에 대하여 가우시안 컨볼루션(Gaussian Convolution)을 이용한 가장 큰 값에 경계선을 추정한 후, 추정된 경계치를 이용하여 원형의 경계 성분이 가장 강한 위치를 찾아 사람의 안구 영상으로부터 동공을 찾는 방법을 사용하였다.

그러나, 기존 방법의 경우 홍채 전체 영역에 대한 프로젝션(projection)과 얻어진 프로젝션(projection)에 대한 미분으로 인한 연산량의 증가로 인해 동공 검출에 있어 많은 시간이 필요한 단점이 있다. 홍채 사진을 얻기 위해 조명이 필요한데, 기존 방법의 경우 광원이 동공 내에 위치하게 되는 경우 광원의 영향에 의해 부정확한 동공의 경계를 초래하는 문제점이 있다.

또한, 기존의 방법을 이용한 홍채 인식 시스템의 경우 홍채 부위에서 조명을 배제한 영역을 홍채의 영역으로 설정함으로써 반사된 조명이 포함되어 있거나, 조명 효과가 들어 있을 수 홍채 영역을 제외한 부분에 대하여 검색을 수행해야 함으로서 정확도를 저하시키는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 본 발명의 목적은 개인 식별을 위한 기존의 홍채 인식 방법에 비하여 연산량 및 속도가 향상된 홍채 검출을 위해 안구영상에 비치는 조명의 영향에 둔감하고 높은 정확도를 가지는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법을 제공한다.

### 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 조명(1), 인체의 안구영상을 획득을 위한 비디오 카메라(2), 프레임 그래버가 설치된 신호처리(3)를 구비하는 홍채 인식 시스템의 실시간 동공 검출 방법에 있어서: 촬영된 실제 안구영상을 연산량을 줄이기 위해 소정의 비율로 축소된 안구 영상으로 기준점을 1차 검색하는 단계(S1); 상기 축소된 안구 영상으로부터 동공내 기준점을 검출하고(S2), 축소된 안구 영상의 홍채와 동공 사이의 경계 후보지점을 결정하는 단계(S3); 및 홍채와 동공의 경계 후보지점중 가장 멀리 떨어진 세가지 이상의 경계 후보점을 이용하여 경계 후보지에 가장 가까운 원의 반지름과 중심의 좌표를 구하여 동공의 위치와 크기를 결정하여 동공 영역을 검출하는(S4) 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법을 제공한다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명에 의한 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법을 설명한 흐름도이다. 도 2는 조명 영향하에서 인체의 안구영상을 카메라로 비추어 컴퓨터의 홍채 인식 소프트웨어로 연결되는 시스템은 조명(1), 비디오 카메라(2) 및 프레임 그라버(Frame Grabber)가 설치된 PC(3)로 구성된다. 상기 PC(3)에는 홍채인식 소프트웨어로 Visual C++로 프로그래밍되어 있다. 또한 상기 프레임 그라버(2)는 상기 비디오 카메라(2)로부터 입력된 아날로그 영상신호를 디지털화 하여 상기 PC(3)에서 사용하기 적당한 디지털 영상신호로 변환하는 기능을 수행하는 바, 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환하는 기능을 수행한다.

평균 샘플링(Mean sampling)기법을 도입하여 촬영된 안구 영상에 대하여 연산량을 줄이기 위해서, 안구 영상 전체를 검색하는 것이 아니라, 다음 과 같이 축소된 안구 영상으로부터 후보지를 1차 검색한다(단계 S1).

$$\text{수학식 1} \\ I_s(X, Y) = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} I(Nx+j, My+i)$$

단, N:가로 등분비, M: 세로 등분비, i:0~(N-1), j:0~(M-1)

예를 들어, 실제 촬영된 안구 영상의 4분의 1로 축소된 안구영상을 이용하여 동공을 검출하는 경우(N=2, M=2) 다음 수학식 2와 같이 표현된다.

$$\text{수학식 2} \\ I_s(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 I(2x+j, 2y+i)$$

상기 축소된 안구 영상에 맺힌 조명 성분들의 기하학적인 편차를 구하고, 그들의 평균값을 계산하여 다음 식과 같은 가우시안(Gaussian) 파형으로 모델링하여 템플릿(template)으로 사용한다(예: = 1.2).

$$\text{수학식 3} \\ G(x, y) = \exp\left(-0.5\left(\frac{x^2}{\sigma^2} + \frac{y^2}{\sigma^2}\right)\right)$$

단, x:템플릿의 가로위치, y:템플릿의 세로위치,  $\sigma$ :필터의 크기

도 3에 도시된 바와 같이, 모델링된 템플릿으로 안구영상의 동공안에 기준점이 선정되도록 (template matching)을 수행하여 기준점을 검출한다(단계 S2).

안구 영상에 있어서 동공 내부의 조명은 유일하게 급격한 그레이-레벨(gray-level)의 변화가 발생하는 부분이므로 도 4에 도시된 바와 같이 안정적인 기준점 추출이 가능이 가능하다. 본 실시예에서는 안정적인 기준점 추출을 위하여 조명 효과를 이용하는데, 상기 조명 효과는 상기 도 4에 도시된 바와 같이, 홍채 촬영 시 사용된 조명이 동공에 반사되어 촬영된 영상에 표시되는 것을 의미한다. 일반적으로 조명이 반사된 경우 조명의 영향에 의해 동공 추출에 오류가 발생하거나, 또는 홍채 영역에서 반사될 경우 홍채 인식을 위한 정보가 소실되어 버리는 문제가 있었는 바, 본 발명에서는 이것을 역으로 이용하여 홍채 촬영 시 조명의 반사위치를 동공 안쪽으로 설정한 후, 촬영된 영상에서 반사된 조명의 위치를 먼저 찾아서 동공 추출을 위한 기준점으로 사용하는 것을 특징으로 하고 있다. 따라서 조명 효과를 이용한다는 것은 촬영된 홍채 영상에서 먼저 반사된 조명의 위치를 찾아서 동공 검출의 기준점으로 사용함을 의미하는 것이다.

상기 기준점으로부터 도 5에 도시된 바와 같이 조명을 중심으로 하여 8방향으로의 선방 파형인 프로파일(Profile)을 추출한다. N개의 1차원 신호에서 경계를 검출하기 위하여, 그라디언트(Gradient)에 해당하는 경계 후보 마스크 h(n)를 생성하고, 프로파일(p)과 경계후보 마스크(h(n))의 컨볼루션(convolution)을 이용하여, 경계 후보파형(X(n))을 생성한다.

$$X(n) = P_k(n) * h(n)$$

예를 들어, Laplacian of Gaussian Mask의 경우 다음과 같이 경계 후보 마스크가 표시된다.

$$h(n) = [-1 \ 2 \ -1]$$

컨볼루션(Convolution)하여 얻어진 파형에 제로-크로싱(Zero-crossing)과 같은 일반적인 엣지(Edge) 검출 알고리즘을 이용하면 동공과 홍채의 경계를 찾아내어 이를 경계 후보 지점 로 결정한다(단계 S3).

경계 후보 지점 중 가장 멀리 떨어진 세 지점(C4, C5, C6) 이상의 점을 이용하여, 경계 후보지에 가장 가까운 동공을 나타내는 원의 반지름과 중심의 좌표를 구한다. 오차는 중심으로부터 각 점들에 이르는 거리와 반지름의 차이의 합이며, 오차를 최소화시키는 쌍을 결정하고 이를 이용하여 구한 원으로 도 6에 도시한 바와 같이 동공의 위치와 크기를 결정하여 동공 영역의 검출(단계 S4).

다음 표1은 기존 Iris사의 적용 기법과 본 발명에서 제안한 알고리즘과의 안구 영상으로부터 동공을 검출하는 속도를 비교한 것이다.

[표 1]

동공 검출 기법	검출속도(486DX66기준)
Iris사의 동공 검출 기법	408ms
본 발명의 동공 검출 기법	150ms

다음 표 2는 정상적인 환경 하에서 얻어진 50장의 안구영상에 대한 실험 결과를 나타낸다.

[표 2]

정확도	100%
평균 속도(Pentium II-350)	8 ms

따라서, 개인 식별을 위해 사용되는 홍채 인식을 위하여 카메라로부터 촬영된 디지털 안구 영상으로부터 축소된 안구영상을 추출하여 기준점과 홍채와 동공의 경계 후보점을 이용한 검출을 통한 홍채 동공 검출 속도의 향상하고, 정확도를 향상시킬 수 있다.

#### 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법은 사람의 안구 영상의 전체 영역에 대한 검색이 아닌 축소된 안구영상을 추출하여 기준점과 홍채와 동공의 경계 후보점을 이용한 검출을 통한 연산량의 감소와 그로 인한 홍채 인식을 위한 동공 검출 속도의 향상할 수 있으며, 기존의 홍채 인식 시스템에서 광원효과로 인한 제한된 홍채 영역의 검색이 아닌 완전한 홍채 영역의 이용이 가능하므로 동공 검출의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

조명(1), 인체의 안구영상을 획득을 위한 비디오 카메라(2), 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환하는 프레임 그래버가 설치된 신호처리기(3)를 구비하는 홍채 인식 시스템의 실시간 동공 검출 방법에 있어서:  
촬영된 실제 안구영상을 연산량을 줄이기 위해 소정의 비율로 축소된 안구 영상으로 기준점을 1차 검색하는 단계(S1)

상기 축소된 안구 영상으로부터 동공내 기준점을 검출하고(S2), 축소된 안구 영상의 홍채와 동공 사이의 경계 후보지점을 결정하는 단계(S3); 및

홍채와 동공의 경계 후보지점중 가장 멀리 떨어진 세가지 이상의 경계 후보점을 이용하여 경계 후보지에 가장 가까운 원의 반지름과 중심의 좌표를 구하여 동공의 위치와 크기를 결정하여 동공 영역을 검출하는(S4) 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

개인 식별을 위해 사용되는 홍채 인식을 위하여 상기 비디오 카메라(2)로부터 촬영된 디지털 안구 영상으로부터 축소된 안구영상을 추출하여 기준점과 홍채와 동공의 경계 후보점을 이용하여 원 모양의 동공 영역을 검출하는 것을 특징으로 하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법.

##### 청구항 3.

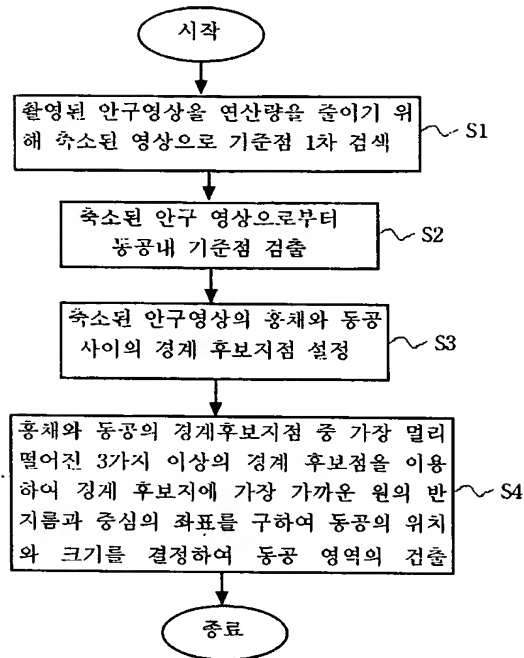
제 1 항에 있어서,

홍채 인식을 위한 동공 추출 또는 그 기준점의 검출은,

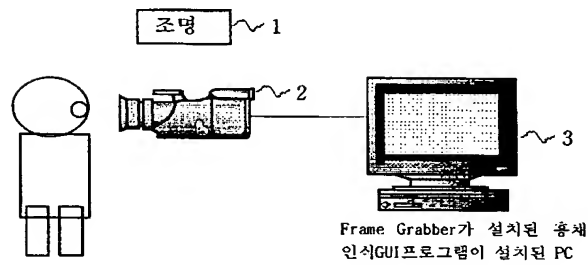
촬영된 홍채 영상에서 반사된 조명의 위치를 찾아서 동공 검출의 기준점으로 사용하는 조명의 효과를 이용하는 것을 특징으로 하는 홍채 인식을 위한 실시간 동공 검출 방법.

도면

도면1

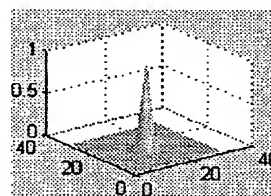
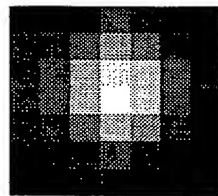


도면2



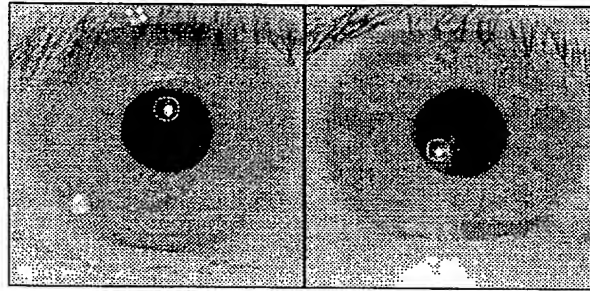
도면3

동공을 찾기 위해 기준점 검출을 위한 Gaussian Template



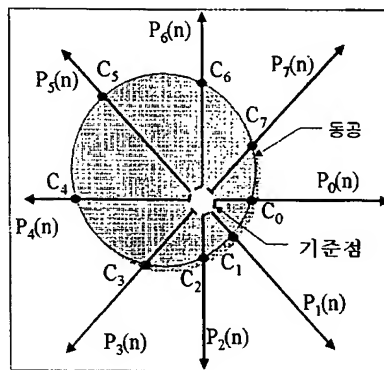
도면4

Gaussian Template을 이용한 기준점에 대한 검색결과



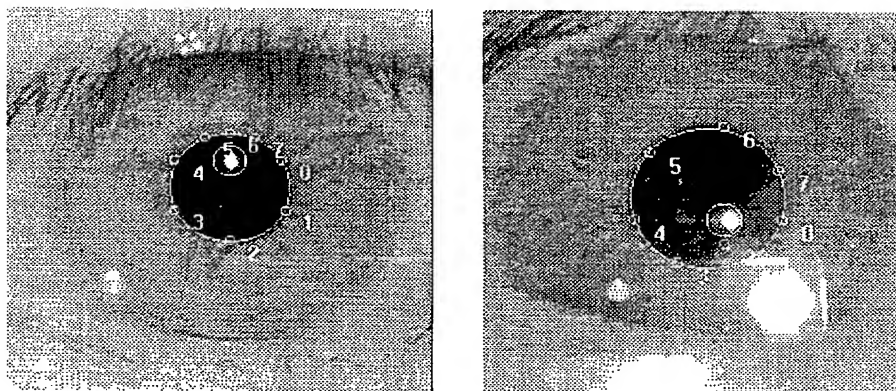
도면5

기준점으로부터 동공경계 후보지를 구하는 방향



도면6

조영의 영향하에서의 동공 검출 결과



BEST COPY